

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-160067

(43)Date of publication of application : 21.06.1996

(51)Int.Cl. G01P 15/02
G01P 15/12

(21)Application number : 06-304622

(71)Applicant : AKEBONO BRAKE IND CO LTD
NIPPON INTER ELECTRONICS
CORP

(22)Date of filing : 08.12.1994

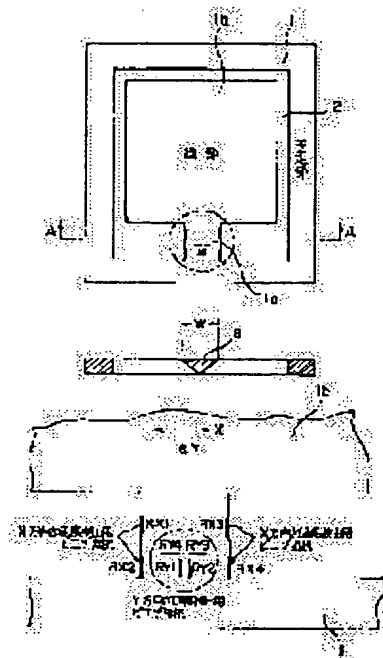
(72)Inventor : MORI MASATOMO
NAYA ROKURO
SUZUKI SHOGO

(54) ACCELERATION SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a two-dimensional acceleration sensor which can detect acceleration in two-dimensional direction.

CONSTITUTION: The acceleration sensor consists of a weight 1b and cantilever 1a through their combination, and a width W of a surface S for arranging resistance elements is larger than that of rear surface on the opposite side in the cantilever 1a. The acceleration sensor is placed on the surface to detect the bidirectional accelerations. When an acceleration is applied in X direction, the weight is shifted in the X direction by the application of the acceleration, and the cantilever is deformed mechanically, so piezo resistance elements RX1, RX2, RX3 and RX4 arranged in the cantilever part are changed thereby and the changes in electric resistance in respective resistance elements are detected as changes in Wheatstone bridge voltage at this time. In addition, when an acceleration is applied in Y direction, the weight is shifted in the Y direction and the cantilever is deformed mechanically, so piezo resistance elements RY1, RY2, RY3 and RY4 are changed thereby and the changes in electric resistance in respective resistance elements are detected as changes in Wheatstone bridge voltage at this time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Spindle 1b which processes a silicon substrate and moves with a fixed part 1 and acceleration, It is the cantilever type acceleration sensor which consists of beam section 1a which connects said fixed part and spindle, and a resistance element arranged to said ****. Said resistance element In the root section of said **** in order to detect a silicon substrate and parallel acceleration And the resistance elements RX1-RX4 arranged in the edge section, The acceleration sensor characterized by constituting from resistance elements RY1-RY4 arranged in the center section of the beam section in order to detect the acceleration of a silicon substrate and a right-angled direction.

[Claim 2] Said **** is an acceleration sensor according to claim 1 characterized by the field by the side of resistance element arrangement forming width of face widely rather than the field which is not arranged.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] In the antiskid control of an automobile, traction control, a ** air bag, suspension control, hand deflection prevention of a camera, robot control, etc., this invention detects an acceleration condition and the condition of a shake, processes the detecting signal effectively, and relates to the semi-conductor acceleration sensor which can improve interference output characteristics especially about the acceleration sensor it enabled it to use for various control etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing of the support-at-one-end structure for which the semi-conductor acceleration sensor used the anisotropic etching of a silicon wafer is developed conventionally at the core. When the structure of the acceleration sensor using the resistance element shown in JP,5-164775,A as one of the conventional examples is explained hereafter, drawing 8 (a) is the perspective view showing the configuration of the acceleration sensor of cantilever structure. In this drawing, 51 is a semi-conductor substrate (henceforth Si substrate) as a fixed part formed in the shape of a rectangle from the silicon wafer, and the opening section 52 is formed along with the periphery section of this fixed part 51. 51a is the cantilever section which processed the Si substrate 51 thinly and formed it, and spindle section 51b formed in the shape of a rectangle is formed at the tip of this cantilever section 51a. 53 is the digital-disposal-circuit section, 54 is a diffused resistor, and the diffused resistor is formed in the top face of cantilever section 51a. A diffused resistor 54 forms III kind elements, such as boron (boron), by approaches, such as thermal diffusion or an ion implantation. Here, cantilever section 51a is thinly formed by the Si substrate 51, and spindle section 51b is thickly formed by the Si substrate 51.

[0003] Thus, in the constituted acceleration sensor, if acceleration acts [which is shown in drawing 8 (b)] from arrow-head A, while spindle section 51b displaces according to the magnitude of this acceleration in the direction where acceleration acted as shown in drawing 8 (c), cantilever section 51a will bend and stress will occur in this **** 51a. Consequently, each resistance of resistance 54 changes according to bending of cantilever section 51a, and detects using the detector which consists of a Wheatstone bridge of common knowledge of this. Thus, in this acceleration sensor, the acceleration of the direction of one dimension is detectable.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the above-mentioned 1-dimensional acceleration sensor tends to be used and it is going to detect the acceleration of the two-dimensional direction, it is necessary to arrange a 1-dimensional acceleration sensor to a 2-way. For this reason, when the acceleration of the two-dimensional direction was detected in various equipments, there was a trouble that must use the two above 1-dimensional acceleration sensors each time, and cost becomes high, and became easy to be influenced of the installation error to the two-dimensional direction, and acceleration detection precision moreover worsened. Furthermore, in the above-mentioned acceleration sensor, also when acceleration acted from arrow-head B in order that there may be no center-of-gravity location of a spindle on the

supporting point of the cantilever section, and the same axle for example, as shown in drawing 8 (d), an output will arise and there was a problem that the so-called interference output characteristics of an acceleration sensor were bad. Then, this invention is one cantilever type acceleration sensor, offers the two-dimensional acceleration sensor which can detect the acceleration of the two-dimensional direction with a sufficient precision, and aims at solving the above-mentioned trouble.

[0005]

[Means for Solving the Problem] For this reason, spindle 1b which this invention processes a silicon substrate and moves with a fixed part 1 and acceleration, It is the cantilever type acceleration sensor which consists of beam section 1a which connects said fixed part and spindle, and a resistance element arranged to said ****. Said resistance element In the root section of said **** in order to detect a silicon substrate and parallel acceleration And the resistance elements RX1-RX4 arranged in the edge section, In order to detect the acceleration of a silicon substrate and a right-angled direction, it is the acceleration sensor characterized by constituting from resistance elements RY1-RY4 arranged in the center section of the beam section, and the above-mentioned technical problem is solved by this.

[0006]

[Function] When an acceleration sensor detects the acceleration of the acceleration of X of a 2-way, for example, the direction, and the direction of Y by the acceleration sensor of the above-mentioned example, it arranges in an equipment proper place so that the field of Si substrate of an acceleration sensor may become the acceleration of said direction of X, and parallel, and so that a direction perpendicular to the field of a spindle may turn into the direction of Y. If the acceleration of the direction of X is applied, change will arise in the piezoresistive elements RX1, RX2, RX3, and RX4 which the spindle moved in the direction of X with the acceleration at this time, and the cantilever deformed mechanically, consequently have been arranged in the cantilever section. Change of the electric resistance of each resistance element at this time is detected as change of a Wheatstone bridge electrical potential difference. Moreover, if the acceleration of the direction of Y is applied to an acceleration sensor, change will arise in the piezoresistive elements RY1, RY2, RY3, and RY4 which the spindle moved in the direction of Y with the acceleration at this time, and the cantilever deformed mechanically, consequently have been arranged in the cantilever section. Change of the electric resistance of each resistance element at this time is detected as change of a Wheatstone bridge electrical potential difference.

[0007]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the front view and its A-A sectional view of the two-dimensional acceleration sensor concerning the example of this invention, and drawing 2 is the sectional view of the cantilever of this acceleration sensor. In drawing 1 (a), 1 is a semi-conductor substrate (henceforth Si substrate) as a fixed part formed in the shape of a rectangle from the silicon wafer, the opening section 2 is formed along with the periphery section of this fixed part 1, and spindle 1b is formed in the core cut off by the opening section 2. Spindle 1b and a fixed part 1 are connected by cantilever 1a. The width of face W of the field S where this cantilever 1a arranges a resistance element as shown in drawing 1 (b) is formed more widely than the width of face of the field of the opposite side. Although considered as cross-section 3 square shape in this example, as shown in drawing 2, you may form in a trapezoid or a T character mold. Thus, the reason for taking the large field S which arranges a resistance element is for making easy to arrange to the field S of a cantilever the resistance element which detects the acceleration of the direction of X, and the direction of Y. Moreover, said cross-section configuration can also detect correctly the stress-strain diagram of the cantilever by migration of the spindle mentioned later. When the cantilever of said cross-section configuration etches Si substrate, it is the configuration which can be formed easily and this configuration also becomes a cantilever in the condition of having reinforced the conventional cantilever.

[0008] As shown in drawing 3, it is near the surface root of said cantilever, and the piezoresistive elements RX1, RX2, RX3, and RX4 for detecting the acceleration of the one

direction (for example, the direction of X) of [of the 2-ways] are formed in the edge (edge section) of a beam. Furthermore, the piezoresistive elements RY1, RY2, RY3, and RY4 for detecting the acceleration of other one direction (for example, the direction of Y) are formed in the center section of the beam pinched among the piezoresistive elements RX1 and RX2 and piezoresistive elements RX3 and RX4 which were prepared in said edge section. In parallel [with the shaft orientations of a beam] among these piezoresistive elements RY1, RY2, RY3, and RY4, RY1 and RY2 have prepared RY3 and RY4 in the axial object, as shown in the shaft orientations and the right angle of a beam at drawing 3 .

[0009] These resistance elements form the Wheatstone bridge circuit shown in drawing 4 , and detect the acceleration of the two-dimensional direction by these resistance value changes [a direction parallel to Si substrate in drawing 3 in addition is made into the direction of X, and the direction (it sets to drawing 3 and is perpendicularly to space) perpendicular to the field of spindle 1b is made into the direction of Y]. Like the above, this acceleration sensor is used, attaching in equipment so that the acceleration of a direction parallel to the field of Si substrate, and the field of a spindle and vertical acceleration (the direction of X in drawing and the direction of Y in drawing) may be detected.

[0010] Next, the manufacture approach of the above-mentioned acceleration sensor is explained with reference to drawing 5 . First, as the piezoresistive element which detects the acceleration of the direction of X to the [100] sides of Si substrate formed in the predetermined configuration, the piezoresistive element which detects the acceleration of Y shaft orientations, and wiring are shown in drawing, a large number are formed in a predetermined location. next, SiO₂ and Si₃N₄ etc. — as shown in drawing 5 (b), it masks. At this time, it is important to form a mask so that the edge section of a piezoresistance may serve as an edge of the root section of a cantilever exactly. When a spindle moves, in order that stress may concentrate on the edge part of the root section of a cantilever, this reason is because stress is detectable with a sufficient precision, when the piezoresistance is arranged into this part. After carrying out a mask as mentioned above, anisotropic etching is performed using etching reagents, such as KOH etchant, and the beam section and the spindle section are formed. At this time, as shown in drawing 5 , anisotropic etching removes the unnecessary section of a cantilever part. Then, as shown in drawing 5 (c), a plinth glass wafer is joined, subsequently, dicing is carried out to a predetermined configuration and each acceleration-sensor chip is formed.

[0011] Next, actuation of the acceleration sensor produced as mentioned above is explained with reference to drawing 6 . If the whole equipment which attached the acceleration sensor is made to exercise, the acceleration of various directions will occur by this movement. When detecting the acceleration of the acceleration of X of a 2-way, for example, the direction, and the direction of Y by the acceleration sensor of the above-mentioned example at this time, this acceleration sensor is arranged in an equipment proper place so that the field of Si substrate of the acceleration sensor of the above-mentioned configuration may become the acceleration of said direction of X, and parallel, and so that a direction perpendicular to the field of a spindle may turn into the direction of Y. In this way, if the acceleration of the direction of X is applied to the arranged acceleration sensor, change will arise in the piezoresistive elements RX1, RX2, RX3, and RX4 which the spindle moved in the direction of X [shown in drawing 6 (a)] with the acceleration at this time, and the cantilever deformed mechanically, consequently have been arranged in the cantilever section. Change of the electric resistance of each resistance element at this time is detected as change of the Wheatstone bridge electrical potential difference shown in drawing 4 . Moreover, if the acceleration of the direction [shown in drawing 6 (b)] of Y is applied to an acceleration sensor, change will arise in the piezoresistive elements RY1, RY2, RY3, and RY4 which the spindle moved in the direction of Y with the acceleration at this time, and the cantilever deformed mechanically, consequently have been arranged in the cantilever section. Change of the electric resistance of each resistance element at this time is detected as change of the Wheatstone bridge electrical potential difference shown in drawing 4 .

[0012] The relation of the resistance element and stress which were prepared in the above-mentioned cantilever is explained further. For example, while a tensile stress will arise in RX1 and RX2 and compressive stress will arise in RX3 and RX4 supposing a spindle displaces with

acceleration in the one direction (the direction of X shown in drawing) as shown in drawing 6 (a) A tensile stress arises in RY3 prolonged in the longitudinal direction which is compressed into resistance RY1 and a cross direction, and turns into the measurement direction, and compressive stress arises in RY2 and RY4, and as shown in Table 1, the resistance at this time In the increase (+) of resistance, and RX3 and RX4, resistance decreases RX1 and RX2, and in RY1 and RY3, resistance decreases to RY2, and it decreases to (-) and a pan by the increase (+) of resistance, and RY4 (-). Consequently, the resistance value change in resistance RY1, RY2, RY3, and RY4 is canceled, and can detect the acceleration of the direction of X from change of resistance RX1, RX2, RX3, and RX4.

[0013] moreover, as shown in drawing 6 (b), when the acceleration of the direction of Y is added While a tensile stress arises in RY1 and RY2 and compressive stress arises in RY3 and RY4 by being shrunken by the longitudinal direction which is pulled by the cross direction and turns into the measurement direction A tensile stress arises in both RX1 RX2 RX3 and RX4, and in the increase (+) of resistance, and RY3 and RY4, the resistance at this time decreases in resistance by RX1, RX2, RX3, and RX4 the increase (+) of resistance, and RY1 and RY2, as shown in Table 1 (-). Consequently, the resistance value change in resistance RX1, RX2, RX3, and RX4 is canceled, and can detect the acceleration of the direction of Y from change of resistance RY1, RY2, RY3, and RY4. Moreover, in the above-mentioned acceleration sensor, when acceleration arises in a Z direction, in order that there may be no change in RX1, RX2, RX3, RX4, and RY1, RY2, RY3 and RY4, the acceleration of a Z direction is not detected. As mentioned above, by this acceleration sensor, it is detectable with a precision sufficient as change of resistance of the piezoresistive element which has arranged the acceleration of a 2-way in the cantilever section of an acceleration sensor.

[0014]

[Table 1]

	X方向の 加速度	Y方向の 加速度
R X 1	+	+
R X 2	+	+
R X 3	-	+
R X 4	-	+
R Y 1	+	+
R Y 2	-	+
R Y 3	+	-
R Y 4	-	-

Next, the 2nd example of this invention is explained with reference to drawing 7 . A point which is different from said 1st example in the 2nd example is a point of having attached the addition spindle in the spindle. Thus, by making a spindle heavy, from the thing of the 1st example, the reaction to acceleration can become good and the detection precision of acceleration can be raised.

[0015]

[Effect of the Invention] As stated to the detail above, while arranging the resistance element for acceleration detection of the direction of X, and the direction of Y on the cantilever of an acceleration sensor in a cantilever type acceleration sensor according to this invention, a highly sensitive two-dimensional acceleration sensor can be constituted by considering as the configuration which can make larger than an opposite side the field of the side which arranges a resistance element for the cross section of a cantilever. Furthermore, the interference output characteristics of a Z direction can be raised. That is, the effectiveness which can detect the acceleration of only a 2-way independently with a sufficient precision and which was excellent in ** can also be done so.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view and sectional view of an acceleration sensor as the 1st example concerning this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view of the cantilever of this acceleration sensor.

[Drawing 3] It is the plot plan of a resistance element established in the cantilever of this acceleration sensor.

[Drawing 4] It is the circuit diagram of the Wheatstone bridge of this acceleration sensor.

[Drawing 5] It is the production process explanatory view of this acceleration sensor.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the stress produced in the cantilever of this acceleration sensor.

[Drawing 7] It is the sectional view of the acceleration sensor as the 2nd example concerning this invention.

[Drawing 8] It is the explanatory view of the conventional acceleration sensor.

[Description of Notations]

1 [] Si Substrate

1a [] a cantilever

1b [] a spindle

2 [] Opening Section

RX1-RX4, RY1-RY4 Resistance element

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 6 0 0 6 7

(43) 公開日 平成 8 年 (1 9 9 6) 6 月 2 1 日

(51) Int. Cl.
G01P 15/02
15/12

識別記号 庁内整理番号
A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 3 0 4 6 2 2

(22) 出願日 平成 6 年 (1 9 9 4) 1 2 月 8 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 1 6

曙ブレーキ工業株式会社

東京都中央区日本橋小網町 1 9 番 5 号

(71) 出願人 0 0 0 2 2 7 9 2 8

日本インター株式会社

神奈川県秦野市曾屋 1 2 0 4 番地

(72) 発明者 森 雅友

埼玉県羽生市東 5 丁目 4 番 7 1 号 曙ブレーキ工業株式会社開発本部内

(72) 発明者 納谷 六郎

神奈川県秦野市曾屋 1 2 0 4 番地 日本インター株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長瀬 成城

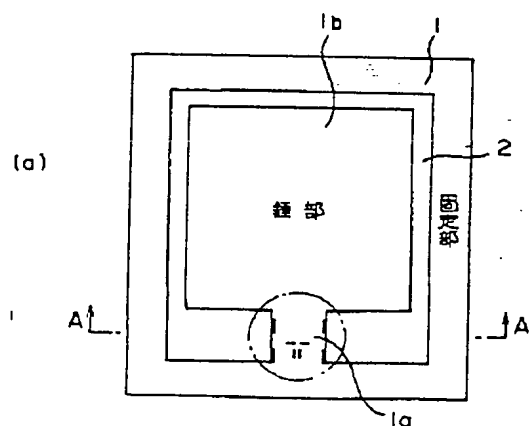
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度センサ

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 2 次元方向の加速度を精度よく検出できる 2 次元加速度センサを提供する。

【構成】 加速度センサは錘 1 b と固定部 1 とを片持梁 1 a によって連結した構成からなり、片持梁 1 a は抵抗素子を配置する面 S の幅 W が、反対側の面の幅よりも広く形成してある。この面上に 2 方向の加速度を検出する加速度センサを配置する。X 方向の加速度がかかると、この時の加速度により錘が X 方向に移動して片持梁が機械的に変形し、この結果、片持梁部に配置したピエゾ抵抗素子 R X 1、R X 2、R X 3、R X 4 に変化が生じ、この時の各抵抗素子の電気抵抗の変化がホイートストンブリッジ電圧の変化として検出する。また、Y 方向の加速度がかかると、錘が Y 方向に移動して片持梁が機械的に変形し、この結果、ピエゾ抵抗素子 R Y 1、R Y 2、R Y 3、R Y 4 に変化が生じ、この時の各抵抗素子の電気抵抗の変化がホイートストンブリッジ電圧の変化として検出する。



A-A断面

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン基板を加工して、固定部 1 と、加速度によって移動する錘 1 b と、前記固定部と錘とを接続する梁部 1 a と、前記梁部に配置した抵抗素子とよりなる片持梁式加速度センサであって、前記抵抗素子は、シリコン基板と平行方向の加速度を検出するために前記梁部の付け根部で且つエッジ部に配置した抵抗素子 R X 1 ~ R X 4 と、シリコン基板と直角な方向の加速度を検出するために梁部の中央部に配置した抵抗素子 R Y 1 ~ R Y 4 とから構成したことを特徴とする加速度センサ。

【請求項 2】 前記梁部は、抵抗素子配置側の面の方が、配置されていない面よりも幅を広く形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の加速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車のアンチスキッド制御、トラクション制御、やエアバッグ、サスペンションコントロール、カメラの手振れ防止、ロボット制御等において、加速状態、揺れの状態を検出し、その検出信号を効果的に処理して、各種制御等に使用できるようにした加速度センサに関するものであり、特に、干渉出力特性を向上できる半導体加速度センサに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 従来より半導体加速度センサは、シリコンウエハの異方性エッチングを利用した片持構造のものが中心に開発されている。以下、従来例の一つとして特開平 5 - 1 6 4 7 7 5 号公報に示された抵抗素子を用いた加速度センサの構造を説明すると、図 8 (a) は片持梁構造の加速度センサの構成を示す斜視図である。この図において 5 1 はシリコンウエハから方形に形成された固定部としての半導体基板（以下、S i 基板という）であり、この固定部 5 1 の周縁部に沿って空隙部 5 2 が形成されている。5 1 a は S i 基板 5 1 を薄く加工して形成した片持梁部であり、この片持梁部 5 1 a の先端には方形に形成された錘部 5 1 b が形成されている。5 3 は信号処理回路部、5 4 は拡散抵抗であり、拡散抵抗は片持梁部 5 1 a の上面に形成されている。拡散抵抗 5 4 は、例えばボロン（ほう素）などの III 種元素を熱拡散またはイオン注入等の方法によって形成したものである。ここで、片持梁部 5 1 a は、S i 基板 5 1 によって薄く形成され、錘部 5 1 b は S i 基板 5 1 によって肉厚に形成されている。

【 0 0 0 3 】 このように構成された加速度センサにおいて、図 8 (b) に示す矢印 A 方向から加速度が作用すると、図 8 (c) に示すように加速度の作用した方向へ、同加速度の大きさに応じて錘部 5 1 b が変位するとともに、片持梁部 5 1 a が撓み、同梁部 5 1 a に応力が発生する。この結果、抵抗 5 4 の各抵抗値が片持梁部 5 1 a

の撓みに応じて変化し、これを周知のホイートストンブリッジからなる検出回路を使用して検出する。このようにして、この加速度センサでは、1 次元方向の加速度を検出することができる。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記 1 次元加速度センサを使用して、2 次元方向の加速度を検出しようとした場合、たとえば、1 次元加速度センサを 2 方向に配置する必要がある。このため、各種装置において 2 次元方向の加速度を検出する場合には、その都度、上記のような 1 次元加速度センサを 2 個使用しなければならず、コストが高くなり、その上、2 次元方向への取り付け誤差の影響も受け易くなり、加速度検出精度が悪くなるという問題点があった。さらに、上記加速度センサにおいては、図 8 (d) に示す如く、錘の重心位置が片持梁部の支持点と同軸上に無いため、例えば、矢印 B 方向から加速度が作用した場合にも、出力が生じることになり、所謂、加速度センサの干渉出力特性が悪いという問題があった。そこで、本発明は、一つの片持梁式加速度センサで、2 次元方向の加速度を精度よく検出できる 2 次元加速度センサを提供し、上記問題点を解決することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】 このため本発明は、シリコン基板を加工して、固定部 1 と、加速度によって移動する錘 1 b と、前記固定部と錘とを接続する梁部 1 a と、前記梁部に配置した抵抗素子とよりなる片持梁式加速度センサであって、前記抵抗素子は、シリコン基板と平行方向の加速度を検出するために前記梁部の付け根部で且つエッジ部に配置した抵抗素子 R X 1 ~ R X 4 と、シリコン基板と直角な方向の加速度を検出するために梁部の中央部に配置した抵抗素子 R Y 1 ~ R Y 4 とから構成したことを特徴とする加速度センサであり、これによって前述の課題を解決するものである。

【 0 0 0 6 】

【作用】 加速度センサにより 2 方向の加速度、たとえば、X 方向、Y 方向の加速度を上記実施例の加速度センサで検出する場合、加速度センサの S i 基板の面が前記 X 方向の加速度と平行になるように、かつ錘の面と垂直な方向が Y 方向となるように装置適所に配置する。X 方向の加速度がかかると、この時の加速度により錘が X 方向に移動して片持梁が機械的に変形し、この結果、片持梁部に配置したピエゾ抵抗素子 R X 1、R X 2、R X 3、R X 4 に変化が生じる。この時の各抵抗素子の電気抵抗の変化がホイートストンブリッジ電圧の変化として検出される。また、加速度センサに Y 方向の加速度がかかると、この時の加速度により錘が Y 方向に移動して片持梁が機械的に変形し、この結果、片持梁部に配置したピエゾ抵抗素子 R Y 1、R Y 2、R Y 3、R Y 4 に変化が生じる。この時の各抵抗素子の電気抵抗の変化がホイ

ートストンブリッジ電圧の変化として検出される。

【 0 0 0 7 】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。図 1 は本発明の実施例に係る 2 次元加速度センサの正面図およびその A-A 断面図であり、図 2 は同加速度センサの片持梁の断面図である。図 1 (a) において 1 はシリコンウエハから方形状に形成された固定部としての半導体基板（以下、S i 基板という）であり、この固定部 1 の周縁部に沿って空隙部 2 が形成されており、空隙部 2 によって切り取られた中心部には錘 1 b が形成されている。錘 1 b と固定部 1 とは片持梁 1 a によって連結されている。この片持梁 1 a は図 1 (b) に示すように、抵抗素子を配置する面 S の幅 W が、反対側の面の幅よりも広く形成してある。この例では断面 3 角形としているが、図 2 に示すように台形、あるいは T 字型に形成してもよい。このように抵抗素子を配置する面 S を広くとる理由は、X 方向および Y 方向の加速度を検出する抵抗素子を片持梁の面 S に配置し易くするためである。また前記断面形状は、後述する錘の移動による片持梁の応力歪みを正確に検出することもできる。前記断面形状の片持梁は S i 基板をエッチングすることにより、容易に形成することができる形状であり、この形状は従来の片持梁を補強した状態の片持梁ということにもなる。

【 0 0 0 8 】図 3 に示すように前記片持梁の表面付け根付近で、且つ梁の縁部（エッジ部）には、2 方向のうちの 1 方向（例えば X 方向）の加速度を検出するためのピエゾ抵抗素子 R X 1、R X 2、R X 3、R X 4 が設けられている。さらに、前記エッジ部に設けたピエゾ抵抗素子 R X 1、R X 2 とピエゾ抵抗素子 R X 3、R X 4 との間に挟まれた梁の中央部には、他の 1 方向（例えば Y 方向）の加速度を検出するためのピエゾ抵抗素子 R Y 1、R Y 2、R Y 3、R Y 4 が設けられている。このピエゾ抵抗素子 R Y 1、R Y 2、R Y 3、R Y 4 のうち、R Y 1、R Y 2 は梁の軸方向に平行に、また R Y 3、R Y 4 は梁の軸方向と直角に、図 3 に示すごとく軸対象に設けられている。

【 0 0 0 9 】これらの抵抗素子は、図 4 に示すホイートストンブリッジ回路を形成しており、これらの抵抗値の変化によって、2 次元方向の加速度を検出する（なお図 3 では、S i 基板と平行な方向を X 方向とし、錘 1 b の面と垂直な方向（図 3 において紙面に垂直方向）を Y 方向としている）。本加速度センサは、上記の如く S i 基板の面と平行な方向の加速度および錘の面と垂直方向の加速度（図中 X 方向、および図中 Y 方向）を検出するように装置に取り付けて使用する。

【 0 0 1 0 】次に上記加速度センサの製造方法を図 5 を参照して説明する。まず、所定の形状に形成された S i 基板の（1 0 0）面に X 方向の加速度を検出するピエゾ抵抗素子と Y 軸方向の加速度を検出するピエゾ抵抗素子、および配線を図に示す如く所定位置に多数形成す

る。次に S i O₂、S i₃N₄ などにより、図 5 (b) に示すようにマスキングを行う。この時、ピエゾ抵抗のエッジ部がちょうど片持梁の付け根部のエッジとなるようにマスクを形成することが重要である。この理由は、錘が移動した際に片持梁の付け根部のエッジ部分に応力が集中するため、この部分にピエゾ抵抗を配置しておくことで応力を精度よく検出できるためである。上記のようにマスクをした後、K O H エッチャント等のエッチング液を使用して異方性エッチングを行い、梁部および錘部を形成する。この時、片持梁部分の不要部は図 5 に示すように異方性エッチングにより除去する。その後、図 5 (c) に示すように台座ガラスウエハを接合し、ついで、所定の形状にダイシングして個々の加速度センサチップを形成する。

【 0 0 1 1 】次に上記のようにして作製された加速度センサの作動について図 6 を参照して説明する。加速度センサを取り付けた装置全体を運動させると、この運動によって種々の方向の加速度が発生する。この時、2 方向の加速度、たとえば、X 方向、Y 方向の加速度を上記実施例の加速度センサで検出する場合、上記構成の加速度センサの S i 基板の面が前記 X 方向の加速度と平行になるように、かつ錘の面と垂直な方向が Y 方向となるように、本加速度センサを装置適所に配置する。こうして配置された加速度センサに X 方向の加速度がかかると、この時の加速度により錘が X 方向（図 6 (a) に示す）に移動して片持梁が機械的に変形し、この結果、片持梁部に配置したピエゾ抵抗素子 R X 1、R X 2、R X 3、R X 4 に変化が生じる。この時の各抵抗素子の電気抵抗の変化が図 4 に示すホイートストンブリッジ電圧の変化として検出される。また、加速度センサに Y 方向（図 6 (b) に示す）の加速度がかかると、この時の加速度により錘が Y 方向に移動して片持梁が機械的に変形し、この結果、片持梁部に配置したピエゾ抵抗素子 R Y 1、R Y 2、R Y 3、R Y 4 に変化が生じる。この時の各抵抗素子の電気抵抗の変化が図 4 に示すホイートストンブリッジ電圧の変化として検出される。

【 0 0 1 2 】上記片持梁に設けた抵抗素子と応力との関係についてさらに説明する。たとえば、図 6 (a) に示す如く、加速度によって錘が 1 方向（図に示す X 方向）に変位したとすると、R X 1、R X 2 には引っ張り応力が生じ、また R X 3、R X 4 には圧縮応力が生じるとともに、抵抗 R Y 1 および巾方向に圧縮されて測定方向となる長手方向に延びる R Y 3 には引っ張り応力が生じ、また R Y 2、R Y 4 には圧縮応力が生じ、この時の抵抗値は表 1 のように、R X 1、R X 2 では抵抗が増し（+）、R X 3、R X 4 では抵抗が減り（-）、さらに R Y 1、R Y 3 では抵抗が増し（+）、R Y 2、R Y 4 では抵抗が減る（-）。この結果、抵抗 R Y 1、R Y 2、R Y 3、R Y 4 での抵抗値の変化はキャンセルされ、抵抗値 R X 1、R X 2、R X 3、R X 4 の変化から

X方向の加速度を検出することができる。

【0013】また、図6(b)に示すようにY方向の加速度が加わった場合には、RY1、RY2には引っ張り応力が生じ、また巾方向に引っ張られて測定方向となる長手方向に縮むことによりRY3、RY4には圧縮応力が生じるとともに、RX1、RX2、RX3、RX4のいづれにも引っ張り応力が生じ、この時の抵抗値は表1のように、RX1、RX2、RX3、RX4では抵抗が増し(+)、RY1、RY2では抵抗が増し(+)、RY3、RY4では抵抗が減る(-)。この結果、抵抗RX1、RX2、RX3、RX4での抵抗値の変化はキャンセルされ、抵抗値RY1、RY2、RY3、RY4の変化からY方向の加速度を検出することができる。また、上記加速度センサではZ方向に加速度が生じた場合には、RX1、RX2、RX3、RX4およびRY1、RY2、RY3、RY4には変化が無いためZ方向の加速度は検出しない。以上のように、本加速度センサでは、2方向の加速度を加速度センサの片持梁部に配置したピエゾ抵抗素子の抵抗の変化として精度よく検出することができる。

【0014】

【表1】

	X方向の 加速度	Y方向の 加速度
RX1	+	+
RX2	+	+
RX3	-	+
RX4	-	+
RY1	+	+
RY2	-	+
RY3	+	-
RY4	-	-

次に本発明の第2実施例について図7を参照して説明す

る。第2実施例で、前記第1実施例と異なる点は、錘に付加錘を取り付けた点である。このように錘を重くすることにより、第1実施例のものより、加速度に対する反応が良くなり、加速度の検出精度を向上させることができる。

【0015】

【発明の効果】以上詳細に述べた如く本発明によれば、片持梁式加速度センサにおいて、加速度センサの片持梁上にX方向、Y方向の加速度検出用の抵抗素子を配置するとともに、片持梁の断面を抵抗素子を配置する側の面を反対面よりも広くできる形状とすることにより、感度のよい2次元加速度センサを構成することができる。さらにZ方向の干渉出力特性を向上させることができる。即ち、独立して2方向だけの加速度を精度良く検出することができる、等の優れた効果を奏することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施例としての加速度センサの平面図および断面図である。

【図2】同加速度センサの片持梁の断面図である。

20 【図3】同加速度センサの片持梁に設ける抵抗素子の配置図である。

【図4】同加速度センサのホイートストンブリッジの回路図である。

【図5】同加速度センサの製造工程説明図である。

【図6】同加速度センサの片持梁に生じる応力の説明図である。

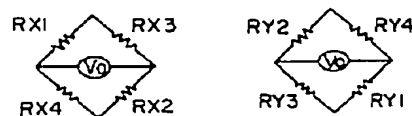
【図7】本発明に係る第2実施例としての加速度センサの断面図である。

【図8】従来の加速度センサの説明図である。

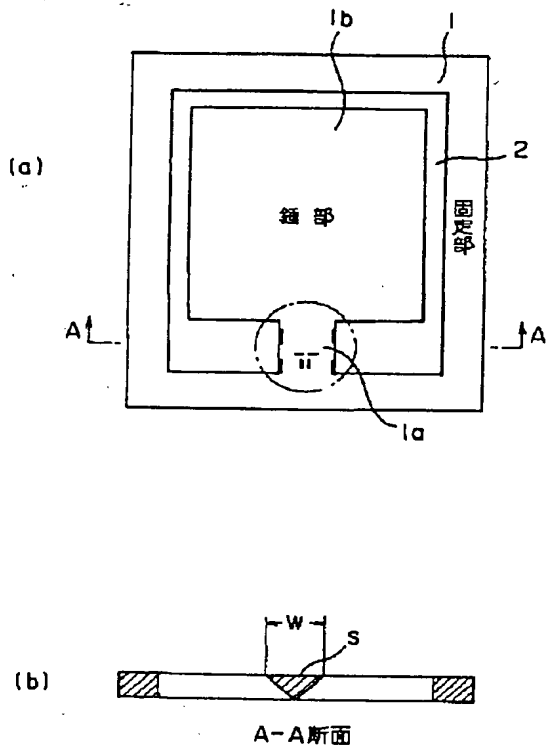
30 【符号の説明】

1 Si基板
1a 片持梁
1b 錘
2 空隙部
RX1～RX4、RY1～RY4 抵抗素子

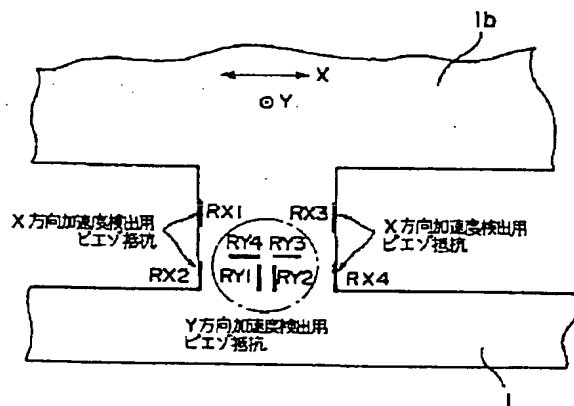
【図4】



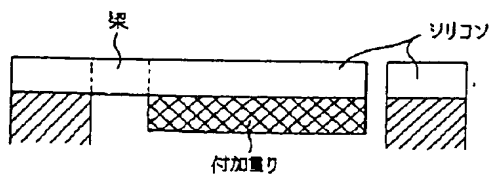
【図 1】



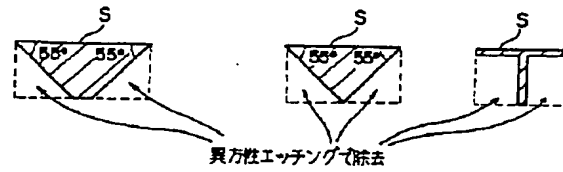
【図 3】



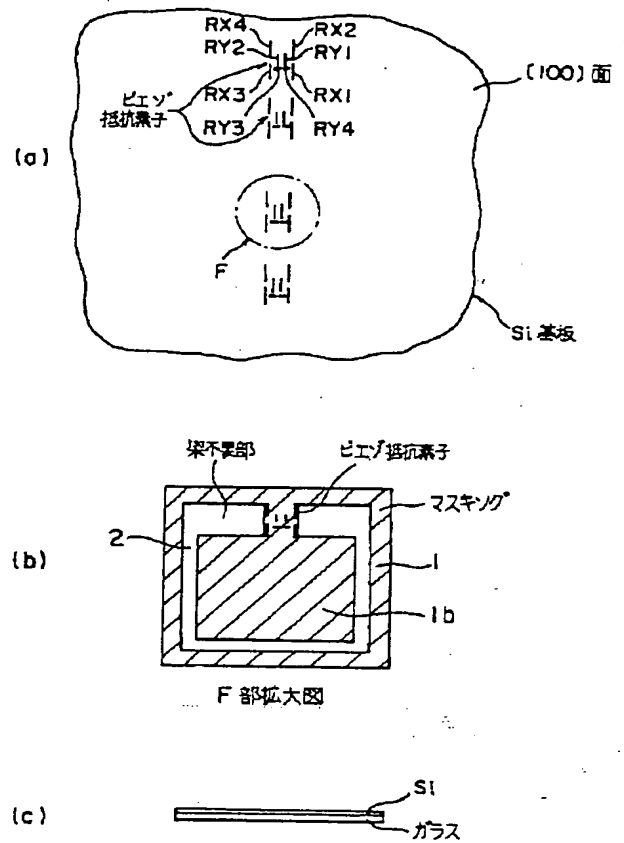
【図 7】



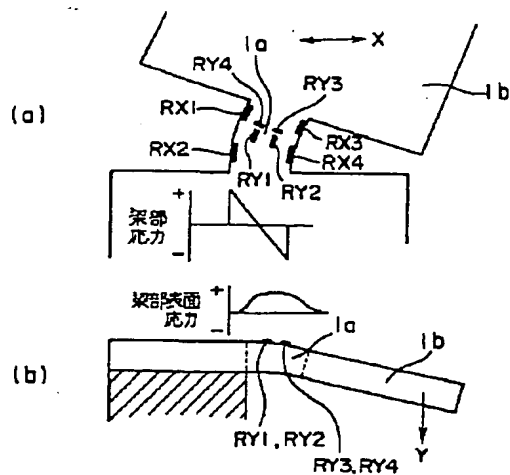
【図 2】



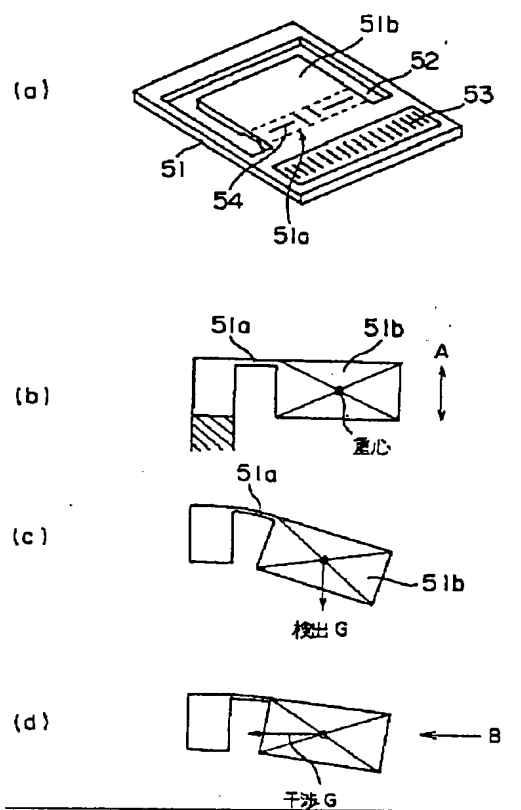
【図 5】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(72) 発明者 鈴木 章悟

神奈川県秦野市曾屋 1 2 0 4 番地 日本イ
ンター株式会社内